

Estudo comparativo dos produtos da combustão natural e industrial dos carvões da Bacia Carbonífera do Douro

Comparative study of natural and industrial combustion products of coals from Douro Coalfield

J. RIBEIRO – joanaribeiro@fc.up.pt (Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Centro de Geologia)

B. VALENTIM – bvvalent@fc.up.pt (Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Centro de Geologia)

C. GARCIA – cgarcia@fc.up.pt (Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território)

D. FLORES – dflores@fc.up.pt (Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território e Centro de Geologia)

RESUMO: As escombrelas de estereis e rejeitados e as de cinzas resultantes da queima do carvão representam um dos impactos ambientais mais significativos causados pela exploração e utilização do carvão da Bacia Carbonífera do Douro. Os estudos de petrografia e geoquímica orgânica apontam para a existência de aspectos petrográficos semelhantes entre as amostras e para a ocorrência de temperaturas de combustão elevadas nas escombrelas. Verifica-se uma quantidade significativa de inqueimados nas amostras das escombrelas de rejeitados e de cinzas, o que indica que a combustão não foi completa.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia Carbonífera do Douro, escombrelas de carvão, cinzas volantes, combustão.

ABSTRACT: The coal waste piles and fly ash piles that resulted from the combustion of the coal represent one of the most significant environmental impacts caused by exploitation and utilization of coal from Douro Coalfield. The organic petrography and geochemistry studies indicate the existence of similar petrographic features in samples and the occurrence of high combustion temperatures in coal waste piles. There is a significant amount of unburned material in coal waste piles and fly-ashes samples, which indicates that the combustion was not complete.

KEYWORDS: Douro Coalfield, coal waste piles, fly ashes, combustion.

1. INTRODUÇÃO

Na Bacia Carbonífera do Douro (BCD), situada a NW de Portugal, foram exploradas durante anos (1795-1994) várias minas de carvão, mais concretamente meta-antracites.

Como qualquer actividade a mineira, a extracção de carvão, a sua utilização e os produtos daí resultantes causaram impactos no ambiente e, eventualmente, na saúde pública. Porém, actualmente, um dos principais impactos ambientais associados com a actividade mineira na BCD estão relacionadas com as escombrelas de material rejeitado durante a extracção das camadas de carvão e as escombrelas de cinzas volantes resultantes da queima do carvão na Central Termoelectrica da Tapada do Outeiro (desactivada desde 2004).

As dezenas de escombreyras de material rejeitado estão espalhadas um pouco por toda a área da bacia, mas algumas delas apresentam maiores preocupações, como é o caso das escombreyras de S. Pedro da Cova, Lomba e Midões, por estarem em auto-combustão desde 2005. Alguns estudos já realizados nestas escombreyras (Ribeiro et al., 2010) incluem a caracterização destes materiais e apontam para temperaturas de combustão de, pelo menos, 1000°C.

Muitos dos problemas ambientais e de saúde resultantes da utilização do carvão estão relacionados com a sua combustão devido à mobilização de compostos orgânicos e inorgânicos potencialmente tóxicos (Finkelman, 2004). Porém, os fenómenos associados aos produtos da combustão de antracites são menos conhecidos, pelo que se pretende, com este estudo, fazer uma caracterização e comparação dos materiais resultantes, quer da combustão dos carvões na antiga central da Tapada do Outeiro (CTO), quer dos que resultam da auto-combustão nas escombreyras de rejeitados. Assim, procedeu-se à caracterização petrográfica e geoquímica de amostras dos produtos da combustão, e, com base nos resultados obtidos, estabeleceram-se comparações entre os dois tipos de combustão.

2. MATERIAIS E METODOLOGIAS

As amostras utilizadas neste trabalho incluem seis amostras de cinzas colhidas nas duas escombreyras de cinzas existentes no perímetro da antiga CTO e cinco amostras de material das escombreyras em auto-combustão: S. Pedro da Cova (duas amostras), Lomba (duas amostras) e Midões (uma amostra).

A análise petrográfica da matéria orgânica foi efectuada no Laboratório de Petrografia Orgânica do Centro de Geologia da Universidade do Porto, num microscópio óptico (MO) de reflexão Leitz Orthoplan, equipado com luz branca, objectivas de imersão em óleo de 32× e 50×, com polarização e retardamento da luz, platina mecânica, acoplado a um sistema de hardware (câmara-computador) e software Discus Fossil. As análises de microscopia electrónica (SEM) e microanálise de raios-X (EDS) foram realizadas no Centro de Materiais da Universidade do Porto (CEMUP) num microscópio electrónico de varrimento ambiental FEI Quanta 400FEG ESEM de alta resolução, com microanálise por raios-X EDAX Genesis X4M. Durante a análise de SEM utilizaram-se os detectores de electrões secundários (SE) e retrodifundidos (BSE). A análise imediata das amostras, realizada no Laboratório de Química Orgânica do Centro de Geologia da Universidade do Porto, consistiu na determinação do teor em humidade e cinzas.

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 Petrografia

De um modo geral, nas amostras das escombreyras em auto-combustão, as partículas orgânicas inqueimadas apresentam uma predominância dos macerais do grupo da vitrinite, embora a inertinite também esteja presente em quantidades significativas. Os macerais do grupo da vitrinite e inertinite estão representados, principalmente, sob a forma de detrovitrinite e inertodetrinite. A matéria mineral compreende fragmentos líticos com leitos de matéria orgânica a materializar uma laminação, argilas, quartzo, pirite, pirite framboidal oxidada e óxidos de ferro.

Nas amostras de material das escombreyras de rejeitados em auto-combustão, verifica-se que a combustão não foi completa, uma vez que se observam, ainda, partículas orgânicas em quantidades variáveis e com diferentes graus de reacção ao calor, dos quais resultam aspectos petrográficos característicos na matéria orgânica, nomeadamente: fendas de retracção, bordos com poder reflector mais baixo, vacúolos de desvolatilização, algumas estruturas de char e carbono pirolítico. Adicionalmente, a matéria inorgânica inclui material vítreo e espinelas de Fe-Al. A presença destes aspectos petrográficos na matéria orgânica parecem resultar de um efeito térmico de alta temperatura, o que é corroborado pela presença de espinelas com Fe que

resultaram da transformação de minerais primários a temperaturas de, pelo menos, 1000°C (Ribeiro et al., 2010; Saxby, 2000).

A análise petrográfica das cinzas volantes permitiu verificar que o vidro e o char (isotrópico, anisotrópico e inertinite) são os materiais mais abundantes. Para além destes materiais observam-se ainda: quartzo, espinelas, óxidos de ferro, entre outros.

A comparação dos aspectos petrográficos evidenciados (Figura 1) nas escombreliras em auto-combustão e nas escombreliras de cinzas permite-nos observar aspectos muito semelhantes entre as amostras associados aos dois processos de combustão. Em ambas as situações observaram-se partículas com poder reflector mais baixo nos bordos e vacúolos de desvolatilização (Figuras 1A e 1D), partículas de char (Figuras 1B e 1E) e espinelas com ferro (Figuras 1C e 1F).

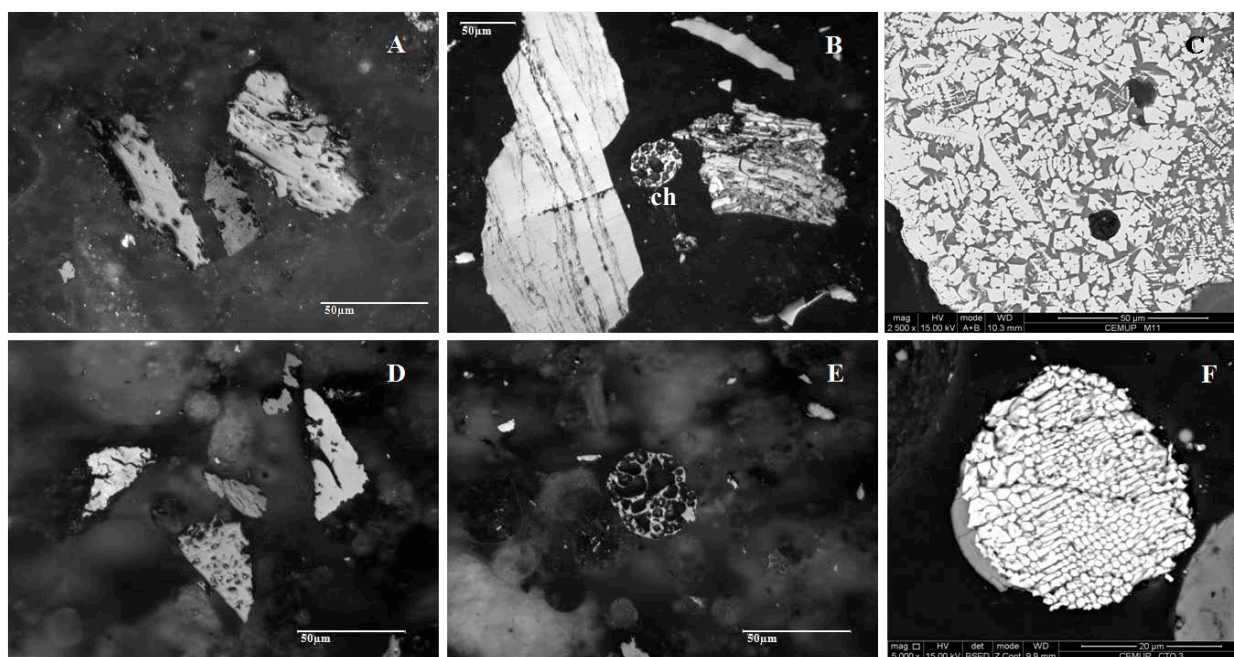


Figura 1 – Aspectos petrográficos. Amostras das escombreliras em auto-combustão: A) partículas com poder reflector inferior nos bordos e vacúolos de desvolatilização (MO); B) char (ch) (MO); C) espinela com Fe (SEM, 2500x; BSE-SE). Amostras das escombreliras de cinzas volantes: D) char anisotrópico denso (MO); E) char em rede (MO); F) espinelas com Fe (SEM, 5000x; BSE).

3.2 Geoquímica orgânica

Nas amostras das escombreliras de rejeitados em auto-combustão o teor em cinzas varia entre 70,8% e 97,9%. Estes valores reflectem a composição em minerais primários, em minerais secundários resultantes da meteorização que entretanto ocorreu, e em minerais neoformados em consequência do efeito térmico da auto-combustão.

As amostras de cinzas volantes apresentam um teor em cinzas que varia entre 83,5% e 90,6%, essencialmente constituídas por vidros e minerais neoformados no processo de combustão, reflectindo a eficiência do processo de combustão.

Quando comparados os valores das amostras de rejeitados e de cinzas verifica-se que o teor médio em cinzas é de 86,5%, o que aponta para uma semelhança entre os processos de combustão envolvidos. Tal como seria de esperar, em todas as amostras o teor de humidade é inferior a 2% (média 1,5%), sendo inferior a 0,5% (média 0,4%) nas amostras de cinzas.

Tabela 1 – Análise imediata das amostras de escombreyras em combustão e de cinzas volantes (em %).

	Amostras	Hu[sa]	Cz [s]
Escombreyras de rejeitados	SP 31	1,8	89,1
	SP 34	2,1	81,9
	L 70	0,4	97,9
	L 75	1,7	92,9
	M11	1,7	70,8
	Média	1,5	86,5
Escombreyras de cinzas	CTO 3	0,2	90,6
	CTO 5	0,6	83,5
	CTO 6	0,3	86,6
	CTO 13	0,3	87,6
	CTO 15	0,4	83,6
	CTO 16	0,4	87,3
	Média	0,4	86,5

Hu – humidade da amostra; Cz – cinzas; [sa] - base “seco ao ar”; [s] – base “seco”;
SP – S. Pedro da Cova; L – Lomba; M – Midões; CTO – Central Termoelectrica da Tapada do Outeiro.

4. CONCLUSÕES

Os aspectos petrográficos observados nas amostras associados ao processo da auto-combustão das escombreyras e da combustão na CTO são muito semelhantes e apontam para a ocorrência de temperaturas de combustão elevadas nas escombreyras. Os dados petrográficos e geoquímicos evidenciam uma quantidade significativa de inqueimados nas amostras indicando que, quer a combustão na CTO quer a combustão dos rejeitados nas escombreyras não foi completa.

Agradecimentos

O presente trabalho foi efectuado no âmbito de uma bolsa de doutoramento (Ref: SFRH/BD/31740/2006) concedida pela FCT e da qual a autora J. Ribeiro beneficia.

Referências

- Finkelman, R. B. (2004) – Potencial health impacts of burning coal beds and waste banks. *International Journal of Coal Geology* 40, pp. 91-101.
- Ribeiro, J., Ferreira da Silva, E., Flores D. (2010) – Burning of coal waste piles from Douro Coalfield (Portugal): Petrological, geochemical and mineralogical characterization. *International Journal of Coal Geology* 81, pp. 359-372.
- Saxby, J. D. (2000) – Minerals in coal. In: Glikson, M., Mastalerz, M. (Eds), *Organic Matter and Mineralisation*. Kluwer Academic Publishers. pp. 314-326.